

## Verfahren zur Reparatur eines Bauteils einer Strömungsmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder gealterten Bauteils einer Strömungsmaschine, welches zumindest teilweise aus einem keramischen Verbundwerkstoff gebildet ist.

Strömungsmaschinen, wie beispielsweise Dampf- oder Gasturbinen, Verdichter oder dergleichen, weisen insbesondere in ihrem Strömungskanal Bauteile auf, die während des Betriebs der Strömungsmaschine hohen physikalischen und chemischen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Solche Bauteile sind insbesondere Leit- und Laufschaufeln, aber auch Wandelemente, welche den Strömungskanal bilden oder diesen auskleiden. Besonders bei Gasturbinen unterliegen die mit Heißgas beaufschlagten Bauteile während des bestimmungsgemäßen Betriebs einer Vielzahl von Einwirkungen wie durch korrosive Medien, durch oxidierende Atmosphäre, durch hohe Temperaturen oder auch durch Fremdkörper. Dies kann dazu führen, dass Bauteile beschädigt werden bzw. einer Alterung unterliegen.

Für hohe Anforderungen an die Bauteile, wie beispielsweise bei Gasturbinen, ist es vorgesehen, dass diese Bauteile aus keramischen Verbundwerkstoffen hergestellt sind, die beispielsweise durch einen Verbund aus Keramik und Metall oder auch unterschiedlichen keramischen Werkstoffen gebildet sein können. Um den hohen Anforderungen beim Betrieb der Strömungsmaschine gerecht werden zu können und um einen hohen Wirkungsgrad erreichen zu können, werden im Stand der Technik in zunehmendem Maße Bauteile aus keramischen Verbundwerkstoffen, insbesondere Kombinationen unterschiedlicher keramischer Werkstoffe, verwendet. Zur Verbesserung des typischerweise spröden Bruchverhaltens wird in einen keramischen Werkstoff, den Matrixwerkstoff, ein weiteres Material mit einem von der Matrix abweichenden Gefüge eingelagert. Eine erhöhte Resistenz gegen äußere Einwirkungen kann erreicht werden, das

heißt kleine Fehler im Material, wie beispielsweise bei der Herstellung oder durch Beanspruchung im Betrieb erzeugt, führen nicht unmittelbar zur Beschädigung des Bauteils. Bekannt ist, zur Verbesserung der Eigenschaften der Verbundwerkstoffe

5 eine Partikelverstärkung, beispielsweise eine Whisker-Verstärkung, vorzusehen. Bei solchen Keramiken ist es jedoch erforderlich, sicherzustellen, dass die Kurzfasern bzw. Whisker während des bestimmungsgemäßen Betriebs in der

10 Keramikmatrix gebunden bleiben, da diese aufgrund einer Lungengängigkeit einer hohen Gefahrenstoffklasse zugeordnet sind. Daher werden mittlerweile bevorzugt Langfasern verwendet, die als Glas oder auch Glaskeramik beispielsweise aus  $\text{SiC}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{BN}$  oder auch aus  $\text{Si}_3\text{N}_4$  oder eine Kombination

15 hiervon gebildet sind. Tritt nun eine Beschädigung an einem solchen Bauteil auf, so ist es bisher üblich, die Strömungsmaschine abzuschalten und das beschädigte Bauteil zu ersetzen. Andernfalls steht zu befürchten, dass das beschädigte Bauteil zu weiteren, größeren Schäden an der Strömungsmaschine führt, die einen enormen Reparaturaufwand sowie eine

20 hohe Standzeit nach sich ziehen können.

Der Ersatz eines defekten Bauteils kann eine hohe Standzeit bewirken, insbesondere wenn das Bauteil nicht lagermäßig verfügbar ist. Darüber hinaus wird durch den Austausch in unerwünschter Weise erreicht, dass die Bauteile der Strömungsmaschine unterschiedliche Alterungszustände aufweisen. Bei

25 einer folgenden routinemäßigen Wartung werden dann möglicherweise Bauelemente ausgetauscht, die einem nachfolgenden Betriebszyklus noch standhalten würden.

30

Die US 2003/0196305 A1 offenbart ein Verfahren zum Reparieren von keramischen Kompositen, bei der die zu reparierende Stelle schichtweise mit faserverstärkten Bändern aufgefüllt

35 wird. Somit bestehen zwischen den einzelnen Bändern keine Faserübergänge, so dass die Bänder untereinander eine schlechte mechanische Bindung aufweisen.

Weiterer Stand der Technik ist aus der US 2002/018236 A1, der EP 1 251 191 A1, der US 5,444,911 sowie der EP 1 063 210 A1 bekannt.

5

Der vorliegenden Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, welches ermöglicht, die durch beschädigte Bauteile verursachten Stillstandzeiten der Strömungsmaschine zu reduzieren sowie eine Möglichkeit zu schaffen, beschädigte Bauteile zu reparieren.

10

Als Lösung wird mit der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Reparatur eines beschädigten Bauteils einer Strömungsmaschine aus einem keramischen Verbundwerkstoff vorgeschlagen, welches folgende Schritte umfasst: Auflösen der Fügung des Bauteils, Auslaugen der Matrix und/oder mechanisches Bearbeiten des Bauteils, Infiltration zur Wiederherstellung und/oder Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils und Wiederherstellen der Fügung.

20

Mit der Erfindung wird erstmals die Möglichkeit geschaffen, ein Bauteil aus keramischem Verbundwerkstoff einer Strömungsmaschine zu reparieren, insbesondere auch Bauteile, die mit Heißgas beaufschlagt werden. So ermöglicht das Aufheben der Fügung ein Zerlegen des Bauteils, welches in Klebetechnik oder Sintertechnik gefügt wurde. Somit kann erreicht werden, dass der beschädigte Teil des Bauteils freigelegt wird und für die weitere Bearbeitung gut zugänglich zur Verfügung steht. In einem folgenden Schritt wird die Matrix des beschädigten Teils des zerlegten Bauteils ausgelaugt und/oder mechanisch bearbeitet. Mit dem Auslaugen kann bewirkt werden, dass betriebsbeanspruchte Teile der Matrix des keramischen Verbundwerkstoffs herausgelöst werden, ohne die Faserstruktur zu beschädigen. Das Auslaugen kann durch Einwirkungen eines fluiden Stoffs wie einem geeigneten Gas oder einer geeigneten Flüssigkeit erreicht werden. Darüber hinaus kann der beschä-

25

30

35

digte Bereich durch Material abhebende Bearbeitung bearbeitet werden, wie beispielsweise Schleifen, Fräsen oder dergleichen. So kann der beschädigte Bereich ausgemuldet werden, um so eine Grundlage für eine Reparatur zu bilden. In einem folgenden Schritt erfolgt die Infiltration zur Wiederherstellung und/oder Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils. So kann die keramische Matrix lokal wiederaufgebaut werden. Die Infiltration kann beispielsweise aus einer Gas- bzw. flüssigen Phase erfolgen. Die zu infiltrierende Stelle wird dazu einem geeigneten Fluid ausgesetzt. Es kann aber auch eine Polymerinfiltration durchgeführt werden, um den Schritt der Infiltration auszuführen. Abschließend wird das Bauteil durch Fügen wieder hergestellt. Das Wiederherstellen der Fügung kann direkt auch als Reparatur- oder Füllverfahren genutzt werden. Damit kann die Außenkontur des beschädigten Bauteils wieder hergestellt werden, um insbesondere seine strömungsdynamischen Eigenschaften zu gewährleisten. Besonders vorteilhaft erweist es sich, dass Ersatzbauteile, die in der Regel sehr kostenintensiv sind, nicht vorgehalten werden müssen. Die Logistik für Lagerhaltung und Beschaffung von Ersatzteilen kann reduziert werden. So ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine rasche und kostengünstige Wiederherstellung der Funktion der Strömungsmaschine, insbesondere außerhalb der vorgesehenen Wartungsintervalle, wodurch Stillstandzeiten aufgrund der Reparatur reduziert werden können.

In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das Bauteil nach dem Schritt des Auflöserns der Fügung vor einer weiteren Bearbeitung entschichtet wird. Hierdurch wird vorteilhaft die Reparatur von lokalen Beschädigungen und/oder Abplatzungen eines Oxidations- oder Korrosionsschutzes ermöglicht. So kann beispielsweise das Entschichten vorgesehen sein, um den Bereich der Beschädigung des Bauteils einer Auslaugung und dem erneuten Einarbeiten der Matrix durch Polymerinfiltration und abschließende Pyrolyse zugänglich zu machen. Ferner können Beeinträchtigungen, insbesondere Behinde-

rungen, durch die Beschichtung während der erfindungsgemäßen Reparatur des Bauteils vermieden werden.

In einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass vor dem Schritt der Infiltration ein Einweben und/oder Wiederbeschichten der Fasern durchgeführt wird. Durch das Einfügen von einzelnen Fasern oder vorgefertigten Gewebeplatten wie Matten, Gitterstrukturen oder dergleichen kann eine den Verbundwerkstoff bildende Struktur wiederhergestellt werden. Darüber hinaus kann ein lokaler Wiederaufbau unter Erreichung verbesserter mechanischer Eigenschaften gegenüber der keramischen Matrix ermöglicht werden. Zusätzliche Stabilität kann gegenüber einem reinen Auffüllen ausschließlich mit keramischer Masse erreicht werden. Die Fasern, Matten oder Gitterstrukturen können aus einem nicht-oxidischen Werkstoff wie Siliziumkarbid, Karbon oder einem anderen keramischen, insbesondere oxidischen, Werkstoff gebildet sein.

Es wird ferner vorgeschlagen, dass das Bauteil vor dem Schritt der Wiederherstellung der Fügung gesintert wird. Das Sintern kann mittels bekannter Sinterverfahren wie Lasersintern, Plasmasintern oder dergleichen kostengünstig erreicht werden.

Um das Sintern im eingebauten Zustand des Bauteils in einer Gasturbine durchführen zu können, wird vorgeschlagen, die Gasturbine kurzzeitig zu überfeuern. Die Überfeuerung der Gasturbine ermöglicht ein Abbinden der keramischen Matrix am eingebauten Bauteil der Gasturbine. So kann das Sintern besonders vorteilhaft im eingebauten Zustand des Bauteils durchgeführt werden.

Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass das Bauteil vor dem Schritt der Wiederherstellung der Fügung beschichtet wird. So kann für das Bauteil eine Verlängerung des Oxidations- bzw. Korrosionsschutzes erreicht werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass nach dem Schritt der Wiederherstellung der Fügung ein Oberflächenschutz vorgesehen wird. Der Oberflächenschutz kann durch CVD, PVD oder Plasmaspritzverfahren ausgeführt werden. Vorteilhaft ist der Oberflächenschutz für das gesamte Bauteil vorgesehen und umfasst somit  
5 auch die Stellen, an denen das Bauteil gefügt ist. Eine hohe Zuverlässigkeit des Bauteils kann erreicht werden.

In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass das  
10 Verfahren zur Reparatur eines beschädigten Bauteils einer Strömungsmaschine, welches zumindest teilweise aus einem keramischen Verbundwerkstoff gebildet ist, folgende Schritte umfasst: Auslaugen der Matrix und/oder mechanisches Bearbeiten des Bauteils, Infiltration zur Wiederherstellung und/oder  
15 Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils und Sintern des Bauteils. Gegenüber dem oben angeführten erfindungsgemäßen Verfahren zeichnet sich dieses Verfahren dadurch aus, dass es insbesondere zur Reparatur eines beschädigten Bauteils im eingebauten Zustand in der Strömungsmaschine geeignet ist. Neben den bereits genannten Vorteilen kann somit zu-  
20 dem der Aufwand für eine Montage weiter verringert werden.

Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass nach dem Schritt des Auslaugens der Matrix und vor dem Schritt der Infiltration  
25 ein Einweben und/oder Wiederbeschichten der Fasern durchgeführt wird. Auch bei diesem alternativen erfindungsgemäßen Verfahren kann eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften gegenüber der reinen keramischen Matrix erreicht werden. Darüber hinaus ermöglicht dieses Verfahren, dass eine bereits  
30 vorhandene Faserstruktur ebenfalls repariert werden kann.

Weitere Merkmale und Vorteile sind der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen zu entnehmen. Gleiche Bauteile und Verfahrensschritte werden mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Erläuterung der Erfindung und sollen diese nicht beschränken.  
35

Es zeigen:

- 5      Fig. 1      eine erste Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen  
Verfahrens zur Reparatur eines durch Fremdkörper-  
einwirkung beschädigten in einer Gasturbine einge-  
bauten Bauteils,
- 10      Fig. 2      ein zweites erfindungsgemäßes Verfahren zur Repara-  
tur eines in einer Gasturbine eingebauten Bauteils,
- 10      Fig. 3      eine dritte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen  
Verfahrens zur Reparatur eines ausgebauten Bauteils  
einer Gasturbine,
- 15      Fig. 4      ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren zur  
Reparatur eines ausgebauten Bauteils einer Gastur-  
bine,
- 20      Fig. 5      ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Reparatur eines  
ausgebauten Bauteils einer Gasturbine mit Herstel-  
lung eines anschließenden Oberflächenschutzes,
- 25      Fig. 6      ein Verfahren zur Reparatur eines Bauteils mit Be-  
schichtung der Fasern und Oberflächenschutz,
- 25      Fig. 7      eine Schemadarstellung einer Leitschaufel aus einem  
keramischen Verbundwerkstoff einer Gasturbine mit  
Beschädigungen und
- 30      Fig. 8      einen vergrößerten Ausschnitt des Bereichs A aus  
Fig. 7.
- 30      Fig. 9      eine zu reparierende Stelle.

Figur 1 zeigt ein erstes erfindungsgemäßes Verfahren zur Reparatur einer Leitschaufel 1 (Fig. 7) einer nicht näher dargestellten Gasturbine, die während des Betriebs in der Gasturbine beschädigt worden ist. Die hier vorliegende

5 Leitschaufel 1 besteht aus einem keramischen Werkstoff wie beispielsweise Siliziumnitrit, Siliziumcarbid, Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid, Mullit, Glas, Glaskeramik und/oder dergleichen. Dieser Werkstoff wird üblicherweise Matrix genannt. Zur Verbesserung des spröden Bruchverhaltens ist in

10 das Matrixmaterial eine Faserverstärkung eingebracht, die beispielsweise aus Glas, Glaskeramik, Siliziumcarbid, Siliziumnitrit oder dergleichen als auch einer Kombination hiervon bestehen kann, wodurch ein quasi plastisches Verformungsverhalten erzielt werden kann. Daneben besteht

15 auch die Möglichkeit, anstelle oder zusätzlich der Fasern so genannte Kurzfasern oder Whisker in die Matrix einzubringen. Aus Umweltschutzgründen ist jedoch die erste Ausführung bevorzugt. Mit derartigen Schaufeln ausgerüstete Gasturbinen erlauben eine hohe Einlasstemperatur in den Turbinenbereich

20 von 1100° C bis zu 1350° C, wobei Wirkungsgrade von 31 %, 40 % oder darüber hinaus erreicht werden können.

Die Erhöhung der Bruchzähigkeit solcher Werkstoffe beruht ganz wesentlich auf dem Ablenken von Rissen aus ihrer Ausbreitungsrichtung an der Grenzfläche zwischen Matrix und

25 Faser. Dabei wird Energie dissipiert und die weitere Rissausbildung reduziert. Wenn eine Faser reißt, wird sie durch eine Zugbelastung aus der Matrix herausgezogen, wodurch ebenfalls Energiedissipation auftritt. Dabei treten Spannungsumlagerungen auf, die wie bei einem Metall abgebaut werden können. Die Fasern können selbst eine Beschichtung aufweisen, beispielsweise aus Kohlenstoff oder Bornitrid. Als Faserwerkstoffe werden sowohl oxidische als auch nicht-oxidische Fasern eingesetzt. Nicht-oxidische Fasern umfassen Kohlenstofffasern,

30 Fasern aus Siliziumcarbid, Siliziumnitrid und Bornitrid sowie SiBNC. Oxidische Fasern dagegen bestehen im Wesentlichen aus Aluminiumoxid (Saphirfasern), Mullit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ ) und

35



Zirkonoxid. Von der Firma Nippon Carbon oder Tyranno können beispielsweise die Fasern Hi-Nicalon und Hi-Nacalon S bezogen werden. Darüber hinaus sind Oxidfasern von der Firma 3M unter der Bezeichnung Nextel 610 und Nextel 720 erhältlich. Matrix-  
5 werkstoffe werden in der Regel nicht nur nach den verwendeten Werkstoffen sondern auch nach dem Herstellungsverfahren unterschieden, wobei als Werkstoffe beispielsweise Glas, Siliziumdioxid, Aluminiumoxid, Siliziumcarbid oder Siliziumnitrit zum Einsatz kommen.

10

Das Wandelement (nicht dargestellt) mit der beschädigten Leitschaufel 1 wird im vorliegenden Beispiel aus der Turbine ausgebaut und gemäß einem ersten Schritt, wie in Fig. 1 dargestellt, mechanisch bearbeitet bzw. ausgemuldet. Danach erfolgt durch die Infiltration oder den Pastenauftrag der lokale Wiederaufbau von keramischer Matrix. Anschließend wird der reparierte Bereich des Bauteils gesintert und das Wandelement mit der Leitschaufel 1 an seiner Stelle in der Turbine wieder eingebaut. Je nach Zugänglichkeit des Bauteils  
15 innerhalb der Turbine kann die Reparatur auch im eingebauten Zustand des Bauteils durchgeführt werden.

Gemäß Figur 2 wird ein weiteres Verfahren vorgeschlagen, wobei lokal die Matrix des beschädigten Bauteils 1 in einem ersten Schritt ausgelaugt wird (Fig. 8). In einem weiteren Schritt werden die Fasern eingefügt, wodurch verbesserte mechanische Eigenschaften gegenüber der keramischen Matrix  
25 erreicht werden können. Anschließend erfolgen die Schritte Infiltration und Sintern wie im vorherigen Beispiel zu Fig. 1.

Figur 3 zeigt ein Verfahren zur Behebung eines Alterungseffekts der Leitschaufel 1, der infolge einer Sinterung der keramischen Matrix an der Leitschaufel 1 aufgetreten ist. Um diese Beschädigung zu beheben, wird in einem ersten Schritt  
35

die Fügung aufgelöst und anschließend die Leitschaufel 1 entschichtet.

Üblicherweise bildet die Beschichtung 3 des Bauteils eine Schutzschicht, die je nach Anwendungsfall Aluminium, Silizium und/oder Chrom aufweist. Diese Schutzschicht bildet an ihrer Schichtoberfläche zum Strömungskanal eine schützende Oxidhaut, wodurch der darunter liegende Werkstoff vor weiteren oxidativen Angriffen geschützt ist. Mit zunehmender Betriebsdauer diffundiert Sauerstoff aus dem Strömungskanal durch die Schutzschicht hindurch und führt so zu einer Zunahme der Dicke der Oxidhaut. Am Ende erreicht der Sauerstoff den darunter liegenden Werkstoff. Die Oxidhaut platzt auf oder reißt ab aufgrund thermisch und mechanisch induzierter Spannungen, wobei die Schicht lokal wieder erneuert wird. Ist die Schutzschicht an den oben genannten Elementen verarmt, diffundiert der Sauerstoff in das Bauteil hinein. Die hierbei entstehenden Oxide weisen nur eine geringe schützende Eigenschaft auf, was zu einer massiven Bauteilschädigung mit Rissbildung führt.

Diese Beschichtung 3 wird vor dem nächsten Schritt entfernt. Danach wird die vorhandene Matrix 5 ausgelaugt und es erfolgt eine Wiederbeschichtung der Fasern. Anschließend wird durch Neuinfiltration der lokale Aufbau von keramischer Matrix 5 durchgeführt. Danach wird die Leitschaufel 1 wiederbeschichtet und abschließend die Fügung wieder hergestellt.

Zur Wiederherstellung der Beschichtung kann beispielsweise eine Diffusionsschicht erzeugt und/oder eine Überzugs- bzw. Auflageschicht aufgebracht werden. Bei der Erzeugung der Diffusionsschichten durch CVD-Verfahren (CVD ist gleich Chemical Vapour Deposition, Chemische Abscheidung aus der Gasphase) werden Aluminium- und Chromgehalte in den oberflächennahen Bereichen des Bauteils erhöht. Üblicherweise wird hierzu das "Packcementation"-Verfahren angewandt, bei dem die Bauteile bei einer Temperatur von ca. 700 bis 1100° C, vorzugsweise

bei einer Temperatur von 800 bis 1050° C, unter inerter oder reduzierender Atmosphäre mit Pulvern umgeben werden, in denen die erforderlichen Elemente angereichert sind. Durch den Aluminiumgehalt im Pulver kann gesteuert werden, ob eine Aluminiumdiffusion in das Bauteil hinein (High Activity Process) oder eine Nickeldiffusion aus dem Bauteil heraus in das Pulver (Low Activity Process) stattfindet. Im Hinblick auf den Heißgaskorrosionsschutz können Varianten der reinen Aluminid- (Alitier-) Schichten verwendet werden, wie beispielsweise mit Platin modifizierten Aluminidschichten. Das Diffusionsverfahren kann für eine Schichtdicke vorzugsweise bis zu 100 µm eingesetzt werden, während Auflageschichten sowohl dicker als auch komplexer zusammengesetzt abscheidbar sind. Das Aufbringen einer Auflageschicht wird dagegen mittels thermischer Spritzverfahren oder dem PVD-Verfahren (PVD ist gleich Plasma Vapour Deposition) durchgeführt. Insbesondere für die Verwendung in Gasturbinen sind Legierungen des Typs "MCrAlA" im Einsatz, die bei guter Abstimmung auf den Betriebszustand über mehrere 1000 Stunden den Aufbau einer dichten, passivierenden Oxidhaut gewährleisten. M steht für Matrixelemente wie beispielsweise Nickel, Kobalt, Eisen oder dergleichen sowie eine Kombination dieser Elemente. Zur Deckschichtbildung werden vorzugsweise Chrom, Aluminium oder dergleichen verwendet. A steht für Aktivelemente wie Yttrium, Hafnium, Zirkonium und/oder Ytterbium oder dergleichen. Zur Erhöhung der Aktivität der Deckschichtbildner kann zudem noch Silizium zugesetzt werden. Eine weitere Zugabe von Rhenium reduziert die Oxidationsrate und verbessert gleichzeitig das thermomechanische Verhalten des Systems.

30

Figur 4 zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Verfahrensablauf, bei dem zur Reparatur einer mechanischen Beschädigung 2 der Leitschaufel 1 zunächst die Fügung aufgelöst wird, und anschließend durch Schleifen die beschädigte Stelle mechanisch ausgemuldet wird. Im folgenden Schritt wird durch Neuinfiltration bzw. Rekonturieren die ursprüngliche Form der

35

Leitschaufel 1 wiederhergestellt. Danach wird die Leitschaufel 1 beschichtet und abschließend wieder gefügt.

5 In Figur 5 ist ein Verfahrensablauf zur Reparatur einer Leitschaufel 1 dargestellt, die durch Fremdkörpereinwirkung beschädigt ist. Zunächst wird in einem ersten Verfahrensschritt die Fügung aufgelöst und in einem nachfolgenden Verfahrensschritt die Matrix 5 an den betroffenen Stellen ausgelaugt.  
10 Danach werden einzelne Keramikfasern 4 an den betroffenen Stellen eingewebt. Die Fasern 4 sind vorliegend aus einem Keramikwerkstoff gebildet. Anschließend wird durch Infiltration der lokale Wiederaufbau von keramischer Matrix 5 durchgeführt. Danach wird die Leitschaufel 1 gefügt und ein Oberflächen-  
15 flächenschutz auf der Leitschaufel 1 aufgebracht.

Ein weiterer erfindungsgemäßer Verfahrensablauf ist in Figur 6 dargestellt, bei dem im Unterschied zu dem in Figur 5  
20 dargestellten Verfahrensablauf eine Wiederbeschichtung der Fasern vorgesehen ist.

Die Ausführungsbeispiele sollen lediglich die Erfindung erläutern und diese nicht beschränken. Weitere Kombinationen  
25 von Verfahrensschritten können vom Fachmann durchgeführt werden, ohne den Schutzbereich dieser Erfindung zu verlassen.

Figur 9 zeigt ein Bauteil, insbesondere eine Lauf- oder  
30 Leitschaufel 1 mit einer zu reparierenden Stelle 8.  
Die zu reparierende Stelle 8 ist nach oben beschriebenen Verfahren behandelt worden und muss nur noch wieder aufgefüllt werden.  
Die zu reparierende Stelle 8 stellt eine Vertiefung dar und  
35 wird durch einen Einsatz 11 ausgefüllt.

Dies kann beispielsweise ein Block aus Keramikfasern oder ein entsprechend dick geführtes Band sein, das noch infiltriert und wie schon beschrieben weiter behandelt wird.

Auf keinen Fall werden hier einzelne Matten oder einzelne

- 5 Bänder übereinander eingelegt, sondern ein einstückiger Einsatz 11, der dann eine hohe Festigkeit in der aufgefüllten zu reparierenden Stelle 8 aufweist.

Die zu reparierende Stelle 8 kann bspw. bis zu 4 mm tief sein und in der Fläche bis zu 50 x 50 mm groß sein.

- 10 Die Kante 12 der zu reparierenden Stelle 8 und damit auch der Einsatz 11 sind bspw. flach auslaufend ausgeführt, so dass sich wie in Figur 9 ein trapezförmiger Querschnitt der zu reparierenden Stelle 8 ergibt.

- 15 Gekrümmt verlaufende Übergänge vom Boden 14 der zu reparierenden Stelle bis zur Oberfläche 17 sind ebenfalls möglich.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder gealterten Bauteils einer Strömungsmaschine,  
5 welches zumindest teilweise aus einem keramischen Verbundwerkstoff gebildet ist,  
mit den Schritten:  
Auflösen der Fügung des Bauteils,  
mechanisches Bearbeiten des Bauteils,  
10 Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils und  
Wiederherstellen der Fügung,  
wobei die zu reparierende Stelle (8),  
die durch das mechanische Bearbeiten des Bauteils (1)  
entstanden ist,  
15 mit einem einstückigen Einsatz (11) aufgefüllt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Bauteil nach dem Schritt des Auflöserns der Fügung  
20 vor einer weiteren Bearbeitung entschichtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass vor dem Schritt der Infiltration ein Einweben  
25 und/oder Wiederbeschichten der Fasern durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Bauteil vor dem Schritt der Wiederherstellung  
30 der Fügung gesintert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Bauteil vor dem Schritt der Wiederherstellung  
35 der Fügung beschichtet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass nach dem Schritt der Wiederherstellung der Fügung  
ein Oberflächenschutz vorgesehen wird.
- 5
7. Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder  
gealterten Bauteils einer Strömungsmaschine, welches zu-  
mindest teilweise aus einem keramischen Verbundwerkstoff  
gebildet ist, mit den Schritten:
- 10 Auslaugen der Matrix und/oder mechanisches Bearbeiten  
des Bauteils,  
Infiltration zur Wiederherstellung und/oder Erneuerung  
der keramischen Matrix des Bauteils und  
Sintern des Bauteils.
- 15
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass nach dem Schritt des Auslaugens der Matrix und vor  
dem Schritt der Infiltration ein Einweben und/oder Wie-  
derbeschichten der Fasern durchgeführt wird.
- 20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Strömungsmaschine eine Gasturbine verwendet  
wird.
- 25
10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Gasturbine überfeuert wird.

1/5

FIG 1

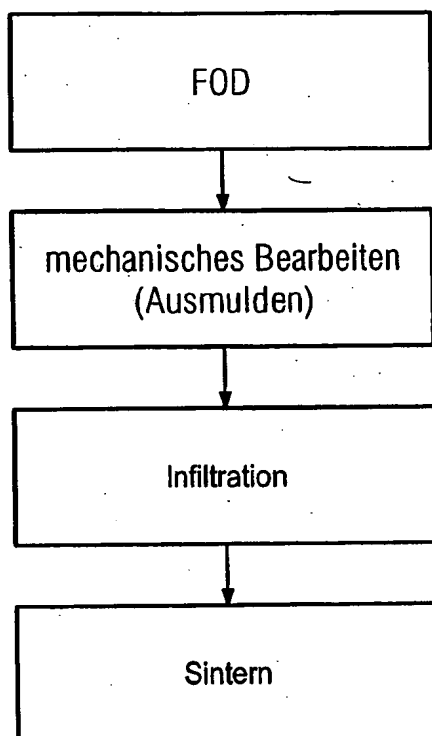
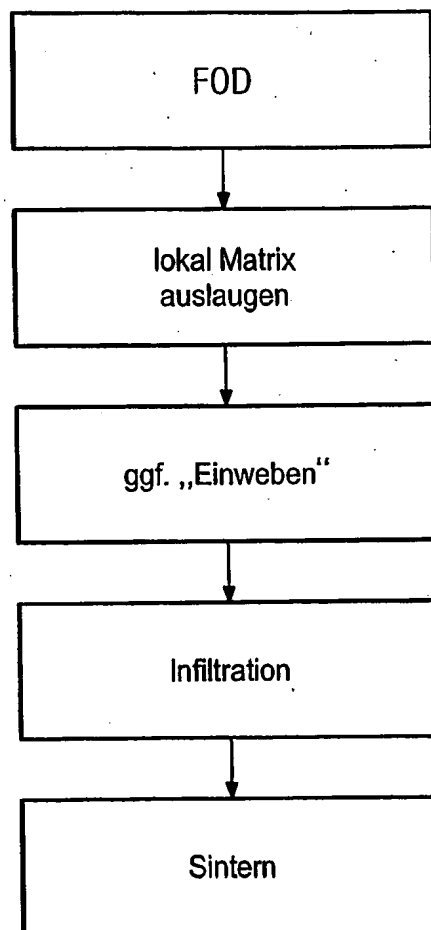


FIG 2





2 / 5

FIG 3

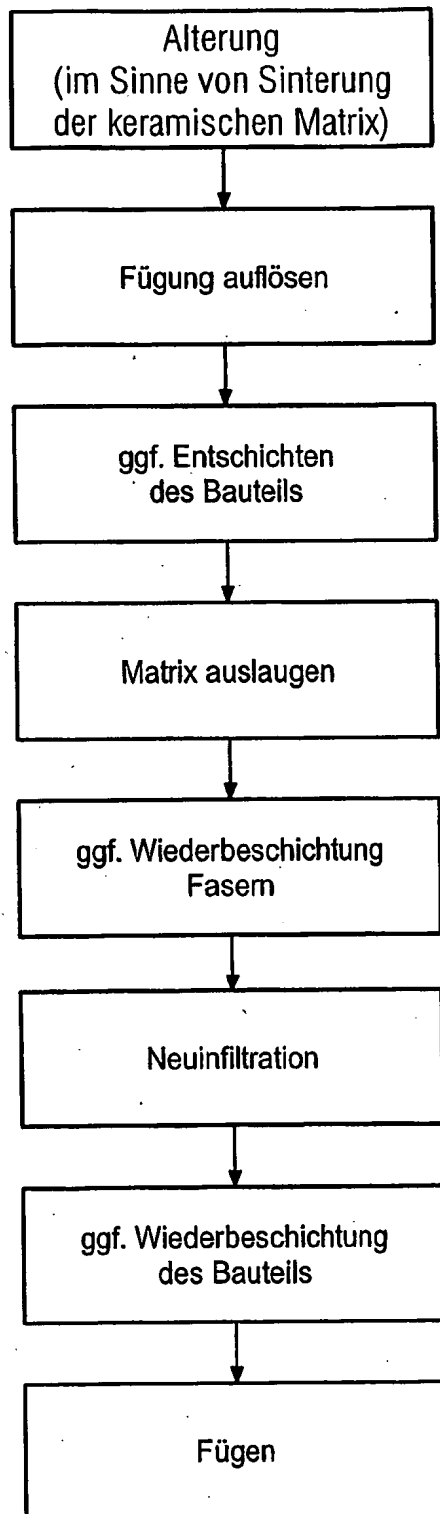
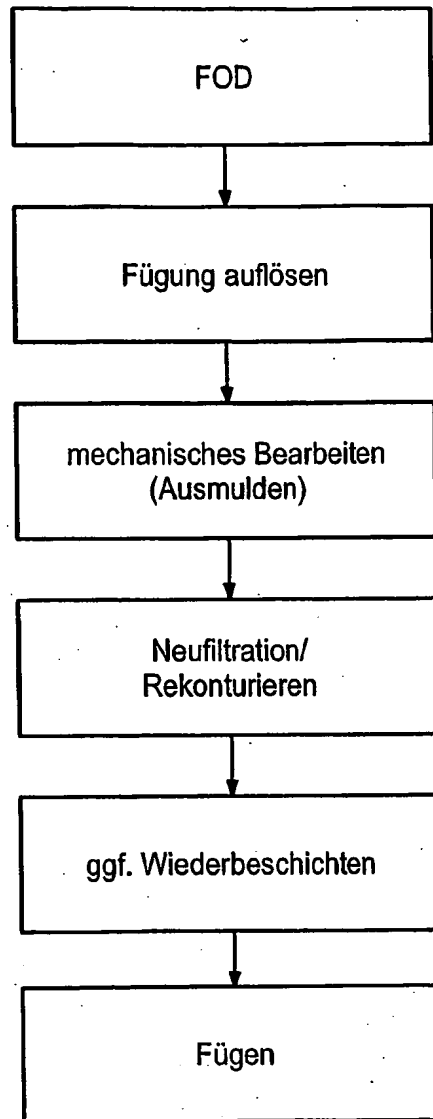


FIG 4



3 / 5

FIG 5

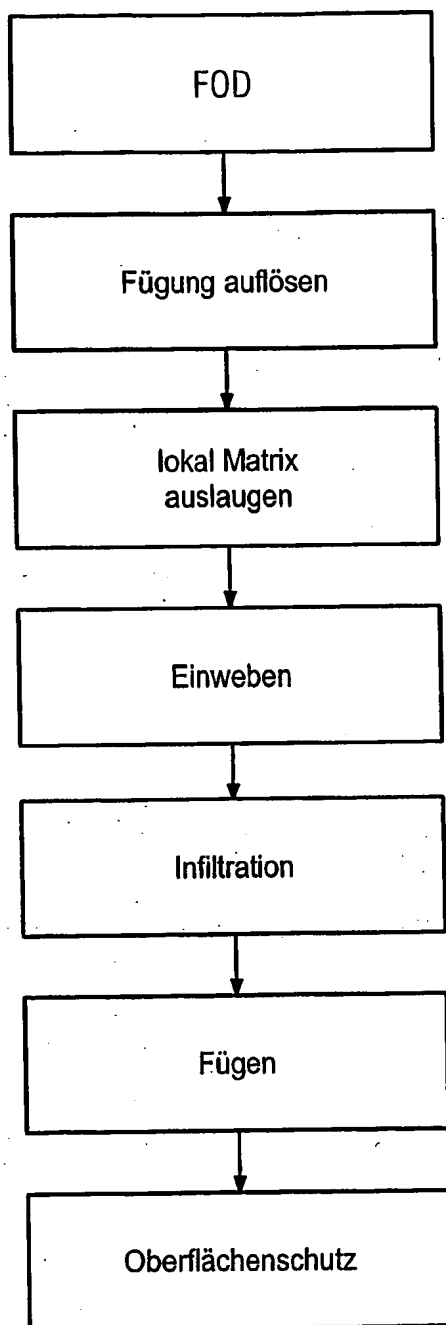
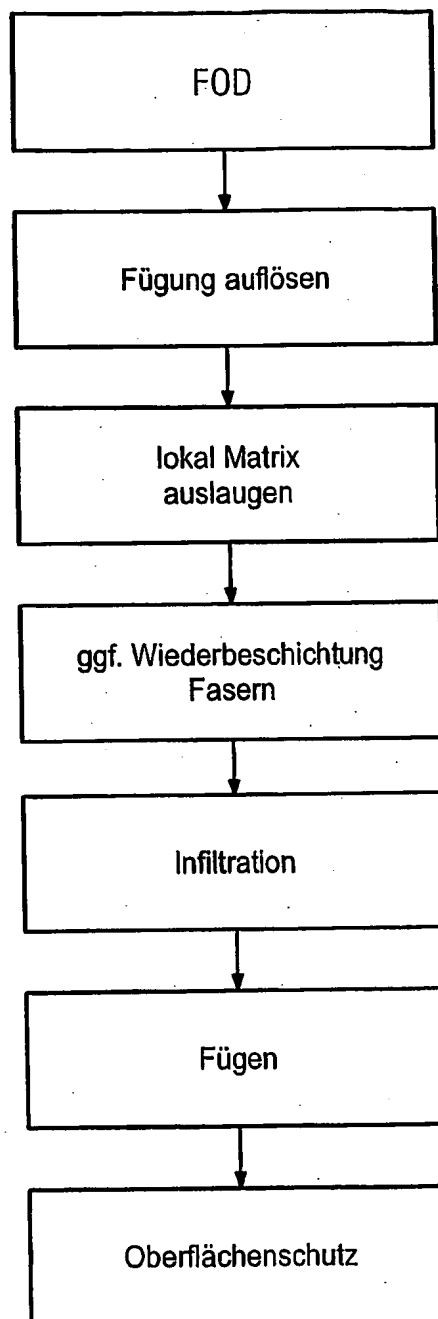


FIG 6



4 / 5

FIG 7

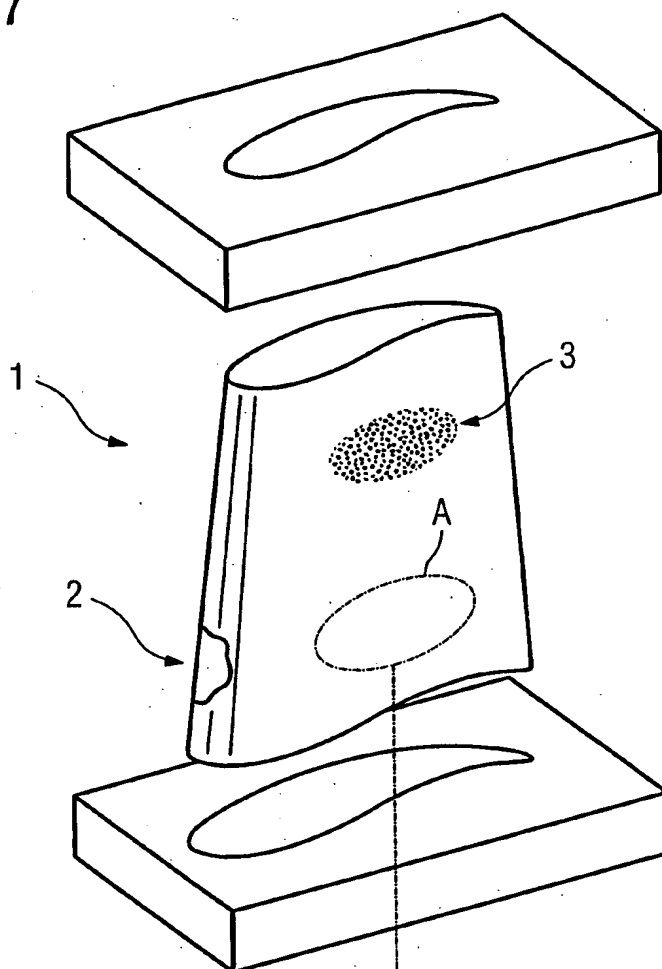


FIG 8

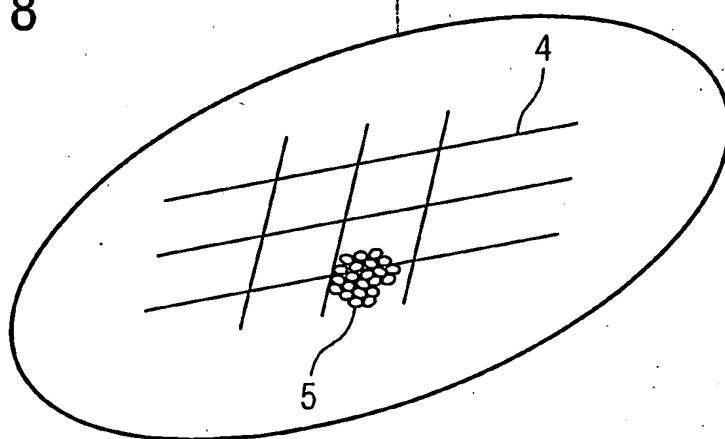
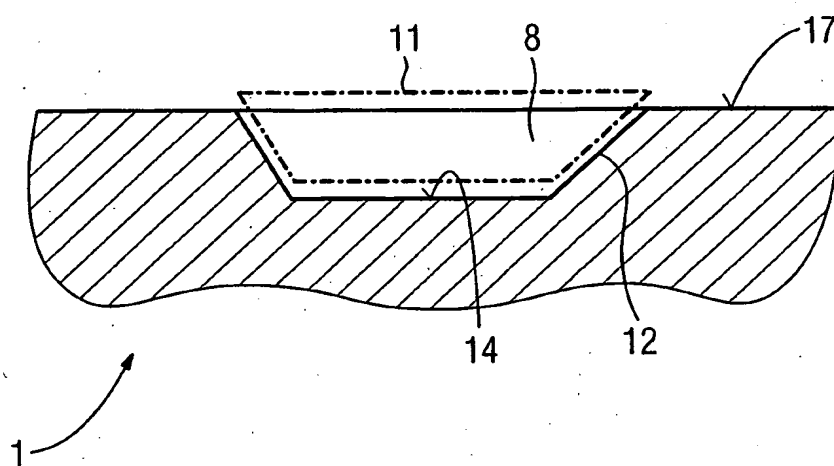


FIG 9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/000406

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B23P6/00 F01D5/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B23P F01D C23C B29C C04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/196305 A1 (BRUN MILIVOJ KONSTANTIN ET AL) 23 October 2003 (2003-10-23)	1-6
Y	abstract paragraph '0033! - paragraph '0038!	8
X	EP 1 251 191 A (ALSTOM SWITZERLAND LTD) 23 October 2002 (2002-10-23)	7,9,10
Y	paragraph '0017! - paragraph '0018!	8
A	US 5 444 911 A (GOODWATER FRANK J ET AL) 29 August 1995 (1995-08-29) the whole document	1-6
A	EP 1 063 210 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 27 December 2000 (2000-12-27) abstract; figure 1	1-9
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 June 2005

Date of mailing of the international search report

13/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rabolini, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 2005/000406

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/182362 A1 (IVKOVICH DAINEL P ET AL) 5 December 2002 (2002-12-05) paragraph '0020!.	10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000406

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003196305	A1	23-10-2003	NONE	
EP 1251191	A	23-10-2002	EP 1251191 A1	23-10-2002
			DE 60103612 D1	08-07-2004
			JP 2002348682 A	04-12-2002
			US 2002164417 A1	07-11-2002
US 5444911	A	29-08-1995	AT 222829 T	15-09-2002
			AU 688021 B2	05-03-1998
			AU 2102395 A	29-11-1995
			BR 9507698 A	19-08-1997
			CA 2189642 A1	16-11-1995
			DE 69527954 D1	02-10-2002
			DE 69527954 T2	07-08-2003
			EP 0758284 A1	19-02-1997
			JP 10503429 T	31-03-1998
			NZ 283075 A	26-01-1998
			WO 9530512 A1	16-11-1995
			US 5490322 A	13-02-1996
EP 1063210	A	27-12-2000	JP 2001010863 A	16-01-2001
			CA 2299603 A1	25-12-2000
			DE 60005887 D1	20-11-2003
			DE 60005887 T2	19-05-2004
			EP 1063210 A1	27-12-2000
			US 6342269 B1	29-01-2002
US 2002182362	A1	05-12-2002	US 6413578 B1	02-07-2002
			CZ 20012365 A3	17-07-2002
			EP 1197585 A2	17-04-2002
			JP 2002256452 A	11-09-2002
			US 2004062448 A1	01-04-2004

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000406

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 B23P6/00 F01D5/28		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RESEARCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole) IPK 7 B23P F01D C23C B29C C04B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/196305 A1 (BRUN MILIVOJ KONSTANTIN ET AL) 23. Oktober 2003 (2003-10-23)	1-6
Y	Zusammenfassung Absatz '0033! - Absatz '0038!	8
X	EP 1 251 191 A (ALSTOM SWITZERLAND LTD) 23. Oktober 2002 (2002-10-23)	7, 9, 10
Y	Absatz '0017! - Absatz '0018!	8
A	US 5 444 911 A (GOODWATER FRANK J ET AL) 29. August 1995 (1995-08-29) das ganze Dokument	1-6
A	EP 1 063 210 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 27. Dezember 2000 (2000-12-27) Zusammenfassung; Abbildung 1	1-9
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 3. Juni 2005		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 13/06/2005
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Rabolini, M



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000406

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2002/182362 A1 (IVKOVICH DAINEL P ET AL) 5. Dezember 2002 (2002-12-05) Absatz '0020! -----	10

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000406

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003196305 A1	23-10-2003	KEINE	
EP 1251191 A	23-10-2002	EP 1251191 A1	23-10-2002
		DE 60103612 D1	08-07-2004
		JP 2002348682 A	04-12-2002
		US 2002164417 A1	07-11-2002
US 5444911 A	29-08-1995	AT 222829 T	15-09-2002
		AU 688021 B2	05-03-1998
		AU 2102395 A	29-11-1995
		BR 9507698 A	19-08-1997
		CA 2189642 A1	16-11-1995
		DE 69527954 D1	02-10-2002
		DE 69527954 T2	07-08-2003
		EP 0758284 A1	19-02-1997
		JP 10503429 T	31-03-1998
		NZ 283075 A	26-01-1998
		WO 9530512 A1	16-11-1995
		US 5490322 A	13-02-1996
EP 1063210 A	27-12-2000	JP 2001010863 A	16-01-2001
		CA 2299603 A1	25-12-2000
		DE 60005887 D1	20-11-2003
		DE 60005887 T2	19-05-2004
		EP 1063210 A1	27-12-2000
		US 6342269 B1	29-01-2002
US 2002182362 A1	05-12-2002	US 6413578 B1	02-07-2002
		CZ 20012365 A3	17-07-2002
		EP 1197585 A2	17-04-2002
		JP 2002256452 A	11-09-2002
		US 2004062448 A1	01-04-2004

**TRANSLATION**

**PATENT COOPERATION TREATY**

**PCT**

**INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY**  
(Chapter II of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference <b>2003P12288WO</b>	FOR FURTHER ACTION	See Form PCT/IPEA/416
International application No. <b>PCT/EP2005/000406</b>	International filing date (day/month/year) <b>17.01.2005</b>	Priority date (day/month/year) <b>27.01.2004</b>
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC <b>B23P6/00, F01 D5/28</b>		
Applicant <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT</b>		

1. This report is the international preliminary examination report, established by this International Preliminary Examining Authority under Article 35 and transmitted to the applicant according to Article 36.	
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.	
3. This report is also accompanied by ANNEXES, comprising: a. <input checked="" type="checkbox"/> (sent to the applicant and to the International Bureau) a total of <u>2</u> sheets, as follows: <div style="margin-left: 20px;"><input type="checkbox"/> sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications authorized by this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions). <input type="checkbox"/> sheets which supersede earlier sheets, but which this Authority considers contain an amendment that goes beyond the disclosure in the international application as filed, as indicated in item 4 of Box No. I and the Supplemental Box.</div> b. <input type="checkbox"/> (sent to the International Bureau only) a total of (indicate type and number of electronic carrier(s)) <div style="margin-left: 20px;">_____, containing a sequence listing and/or tables related thereto, in computer readable form only, as indicated in the Supplemental Box Relating to Sequence Listing (see Section 802 of the Administrative Instructions).</div>	
4. This report contains indications relating to the following items: <div style="margin-left: 20px;"><input checked="" type="checkbox"/> Box No. I Basis of the report <input type="checkbox"/> Box No. II Priority <input type="checkbox"/> Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability <input type="checkbox"/> Box No. IV Lack of unity of invention <input checked="" type="checkbox"/> Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement <input type="checkbox"/> Box No. VI Certain documents cited <input type="checkbox"/> Box No. VII Certain defects in the international application <input type="checkbox"/> Box No. VIII Certain observations on the international application</div>	

Date of submission of the demand	Date of completion of this report
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.

PCT/EP2005/000406

## Box No. I Basis of the report

1. With regard to the language, this report is based on the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.
- ☐ This report is based on translations from the original language into the following language \_\_\_\_\_ which is the language of a translation furnished for the purposes of:
- ☐ international search (Rule 12.3 and 23.1(b))
- ☐ publication of the international application (Rule 12.4)
- ☐ international preliminary examination (Rule 55.2 and/or 55.3)
2. With regard to the elements of the international application, this report is based on *(replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report)*:
- ☐ the international application as originally filed/furnished
- ☒ the description:
- pages 1-13 \_\_\_\_\_ as originally filed/furnished
- pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_
- pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:
- nos. \_\_\_\_\_ as originally filed/furnished
- nos.\* \_\_\_\_\_ as amended (together with any statement) under Article 19
- nos.\* 1-8 \_\_\_\_\_ received by this Authority on 20.06.2005 with letter
- nos.\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on of 17.06.2005
- ☒ the drawings:
- sheets 1/5-5/5 \_\_\_\_\_ as originally filed/furnished
- sheets\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_
- sheets\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_
- ☐ a sequence listing and/or any related table(s) – see Supplemental Box Relating to Sequence Listing.
3. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:
- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/figs \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing (specify): \_\_\_\_\_
- ☐ any table(s) related to sequence listing (specify): \_\_\_\_\_
4. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments annexed to this report and listed below had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).
- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/figs \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing (specify): \_\_\_\_\_
- ☐ any table(s) related to sequence listing (specify): \_\_\_\_\_

\* If item 4 applies, some or all of those sheets may be marked "superseded."

## INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.

PCT/EP2005/000406

Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims 1-8	YES
	Claims	NO
Inventive step (IS)	Claims 1-8	YES
	Claims	NO
Industrial applicability (IA)	Claims 1-8	YES
	Claims	NO

## 2. Citations and explanations (Rule 70.7)

This report refers to the following documents cited in the search report; the numbering will be retained throughout the proceedings:

D1: US 2003/01 96305 (Kebbede et al.)  
23 October 2003  
D2: EP 1 251 191 (ALSTOM (Switzerland) Ltd)  
23 October 2002  
D3: US 5 444 911 (Goodwater et al.)  
29 August 1995

1

D1 shows a method for repairing a damaged and/or aged component of a turbomachine which is made at least in part of a ceramic composite material (see paragraph [0002]), involving the following steps: dissolution of the joint of the component (implicit), extraction of the matrix and/or machining of the component (see paragraphs [0034] and [0035]), infiltration in order to restore and/or renew the ceramic matrix of the component (see [0038]) and re-establishment of the joint (implicit), the point to be repaired, which is

## INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.

PCT/EP2005/000406

Box No. V	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
-----------	---

prepared by machining of the component, being filled with a one-piece insert (see, in particular, paragraphs 6 to 8).

The subject matter of claim 1 thus differs from the method known from D1 in that the insert is not a mat or a tape, the insert thus being characterised by a high degree of strength (D1 uses only tapes, which do not have a high degree of strength, since a tape is flexible). The solution proposed in claim 1 is thus novel (PCT Article 33(2)) and involves an inventive step (PCT Article 33(3)).

2

D2 shows a method for repairing a damaged and/or aged component of a gas turbine (see paragraph [0007]) which is made at least in part of a ceramic composite material (see the abstract), involving the following steps:  
extraction of the matrix and/or machining of the component (see column 4, lines 5-17), infiltration in order to restore and/or renew the ceramic matrix of the component (see column 4, lines 18-25) and sintering of the component (see column 4, lines 25-29).

The subject matter of claim 7 thus differs from the method known from D2 in that the gas turbine is overfired. The subject matter of the claim is thus novel. The overfiring of the gas turbine makes it possible to bond the ceramic matrix to

## INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.

PCT/EP2005/000406

Box No. V

Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability;  
citations and explanations supporting such statement

the incorporated gas turbine component. It is therefore possible, in particular, to carry out sintering once the component is mounted. The subject matter of the claim thus involves an inventive step.

3

The remaining claims are dependent on claim 1 or claim 7 and therefore likewise meet the PCT requirements for novelty and inventive step.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

REC'D 14 DEC 2005



## PCT

WIPO

PCT

## INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 2003P12288WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Formblatt PCT/PEA/416	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2005/000406	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17.01.2005	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 27.01.2004
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK B23P6/00, F01D5/28		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		
<p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 2 Blätter; dabei handelt es sich um</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).</li> <li><input type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.</li> </ul> <p>b. <input type="checkbox"/> (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enhalten, nur in computerlesbarer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p>		
<p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Bescheids</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</li> </ul>		
Datum der Einreichung des Antrags  20.06.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  15.12.2005	
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Rabolini, M Tel. +31 70 340-2854 	



**Feld Nr. I Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bericht auf der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
- ☐ Der Bericht beruht auf einer Übersetzung aus der Originalsprache in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
- ☐ internationale Recherche (nach Regeln 12.3 und 23.1 b))
  - ☐ Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4)
  - ☐ Internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 und/oder 55.3)
2. Hinsichtlich der **Bestandteile\*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt*):

**Beschreibung, Seiten**

1-13

in der ursprünglich eingereichten Fassung

**Ansprüche, Nr.**

1-8

eingegangen am 20.06.2005 mit Schreiben vom 17.06.2005

**Zeichnungen, Blätter**

1/5-5/5

In der ursprünglich eingereichten Fassung

☐ einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. ☐ Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:
- ☐ Beschreibung: Seite
  - ☐ Ansprüche: Nr.
  - ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):
4. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigelegten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).
- ☐ Beschreibung: Seite
  - ☐ Ansprüche: Nr.
  - ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

\* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000406

---

**Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

---

- |                                |                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Feststellung                |                                       |
| Neuheit (N)                    | Ja: Ansprüche 1-8<br>Nein: Ansprüche  |
| Erfinderische Tätigkeit (IS)   | Ja: Ansprüche 1-8<br>Nein: Ansprüche  |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche 1-8<br>Nein: Ansprüche: |

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

In diesem Bescheid werden folgende, im Recherchenbericht zitierte Dokumente genannt; die Nummerierung wird auch im weiteren Verfahren beibehalten:

D1: US 2003/01 96305 (Kebbede et al.) 23. Oktober 2003

D2: EP 1 251 191 (ALSTOM (Switzerland) Ltd) 23. Oktober 2002

D3: US 5 444 911 (Goodwater et al.) 29. August 1995

**1**

D1 zeigt ein Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder gealterten Bauteils einer Strömungsmaschine, welches zumindest teilweise aus einem keramischen Verbundwerkstoff gebildet ist (siehe Absatz [0002]), mit den Schritten: Auflösen der Fügung des Bauteils (impliziert), Auslagern der Matrix und/oder mechanisches Bearbeiten des Bauteils (siehe Absätze [0034]-[0035]), Infiltration zur Wiederherstellung und/oder Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils (siehe [0038]) und Wiederherstellung der Fügung (impliziert), wobei die zu reparierende Stelle, die durch das mechanische Bearbeiten des Bauteils entstanden ist, mit einem einstückigen Einsatz aufgefüllt wird (s. insbesondere Absätze 6 bis 8).

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich daher von dem aus D1 bekannten Verfahren dadurch, dass der Einsatz keine Matte oder kein Band darstellt, wodurch der Einsatz durch eine hohe Festigkeit charakterisiert ist (bei der D1 werden nur Bänder verwendet, die keine hohe Festigkeit aufweisen, da ein Band flexibel ist). Die in Anspruch 1 vorgeschlagene Lösung ist somit neu (Artikel 33(2) PCT) und beruht auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT).

**2**

D2 zeigt ein Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder gealterten Bauteils einer Gasturbine (siehe Absatz [0007]), welches zumindest teilweise aus einem keramischen

Verbundwerkstoff gebildet ist (siehe Zusammenfassung), mit den Schritten: Auslagen der Matrix und/oder mechanisches Bearbeiten des Bauteils (siehe Spalte 4, Zeilen 5-17), Infiltration zur Wiederherstellung und/oder Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils (siehe Spalte 4, Zeilen 18-25) und Sintern des Bauteils (siehe Spalte 4, Zeilen 25-29).

Der Gegenstand des Anspruchs 7 unterscheidet sich daher von dem aus D2 bekannten Verfahren dadurch, dass die Gasturbine überfeuert wird. Der Gegenstand dieser Anspruch daher neu ist. Die Überfeuerung der Gasturbine ermöglicht ein Abbinden der keramischen Matrix am eingebauten Bauteil der Gasturbine. So kann das Sintern besonders vorteilhaft im eingebauten Zustand des Bauteils durchgeführt werden. Der Gegenstand dieser Anspruch beruht daher auf einer erfinderischen Tätigkeit.

3

Die bleibenden Ansprüche sind vom Anspruch 1 bzw. 7 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder  
gealterten Bauteils einer Strömungsmaschine,  
welches zumindest teilweise aus einem keramischen Ver-  
bundwerkstoff gebildet ist,  
mit den Schritten:  
Auflösen der Fügung des Bauteils,  
mechanisches Bearbeiten des Bauteils,  
Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils und  
Wiederherstellen der Fügung,  
wobei die zu reparierende Stelle (8),  
die durch das mechanische Bearbeiten des Bauteils (1)  
entstanden ist,  
mit einem einzigen einstückigen Einsatz (11),  
der keine Matte und kein Band ist und eine hohe  
Festigkeit aufweist,  
aufgefüllt wird,  
wobei die Kanten (12) der zu reparierenden Stelle (8)  
und die Kanten des Einsatzes (11) flach auslaufend  
ausgeführt sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Bauteil nach dem Schritt des AuflöSENS der FÜ-  
gung vor einer weiteren Bearbeitung entschichtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass vor dem Schritt der Infiltration ein Einweben  
und/oder Wiederbeschichten der Fasern durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Bauteil vor dem Schritt der Wiederherstellung  
der Fügung gesintert wird.

AMENDED SHEET

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Bauteil vor dem Schritt der Wiederherstellung  
der Fügung beschichtet wird.
- 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass nach dem Schritt der Wiederherstellung der Fügung  
ein Oberflächenschutz vorgesehen wird.
- 10
7. Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder  
gealterten Bauteils einer Gasturbine,  
welches zumindest teilweise aus einem keramischen  
Verbundwerkstoff gebildet ist,  
mit den Schritten:
- 15
- Auslaugen der Matrix und/oder mechanisches Bearbeiten  
des Bauteils,  
Infiltration zur Wiederherstellung und/oder Erneuerung  
der keramischen Matrix des Bauteils und
- 20
- Sintern des Bauteils durch Überfeuerung der Gasturbine.
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass nach dem Schritt des Auslaugens der Matrix und vor  
dem Schritt der Infiltration ein Einweben und/oder Wie-
- 25
- derbeschichten der Fasern durchgeführt wird.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

REC'D 09 JUN 2005

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

WIPO PCT

PCT

An:

siehe Formular PCT/ISA/220

4/8

## SCHRIFTLICHER BESCHIED DER INTERNATIONALEN RECHERCHENBEHÖRDE (Regel 43bis.1 PCT)

Absenddatum

(Tag/Monat/Jahr) siehe Formular PCT/ISA/210 (Blatt 2)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
siehe Formular PCT/ISA/220

**WEITERES VORGEHEN**  
siehe Punkt 2 unten

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000406

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
17.01.2005

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
27.01.2004

Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK  
B23P6/00, F01D5/28

Anmelder  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

### 1. Dieser Bescheid enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- ☒ Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- ☐ Feld Nr. II Priorität
- ☐ Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- ☐ Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- ☒ Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Regel 43bis.1(a)(i) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- ☐ Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- ☐ Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- ☐ Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

### 2. WEITERES VORGEHEN

Wird ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt, so gilt dieser Bescheid als schriftlicher Bescheid der mit der Internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde ("IPEA"); dies trifft nicht zu, wenn der Anmelder eine andere Behörde als diese als IPEA wählt und die gewählte IPEA dem Internationalen Büro nach Regel 66.1bis b) mitgeteilt hat, daß schriftliche Bescheide dieser Internationalen Recherchenbehörde nicht anerkannt werden.

Wenn dieser Bescheid wie oben vorgesehen als schriftlicher Bescheid der IPEA gilt, so wird der Anmelder aufgefordert, bei der IPEA vor Ablauf von 3 Monaten ab dem Tag, an dem das Formblatt PCT/ISA/220 abgesandt wurde oder vor Ablauf von 22 Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft, eine schriftliche Stellungnahme und, wo dies angebracht ist, Änderungen einzureichen.

Weitere Optionen siehe Formblatt PCT/ISA/220.

### 3. Nähere Einzelheiten siehe die Anmerkungen zu Formblatt PCT/ISA/220.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Recherchenbehörde



Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas  
Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl  
Fax: +31 70 340 - 3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rabolini, M

Tel. +31 70 340-2854



**Feld Nr. I Grundlage des Bescheids**

1. Hinsichtlich der **Sprache** ist der Bescheid auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache erstellt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
  - ☐ Der Bescheid ist auf der Grundlage einer Übersetzung aus der Originalsprache in die folgende Sprache erstellt worden; bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (gemäß Regeln 12.3 und 23.1 b)).
2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der internationalen Anmeldung offenbart wurde und für die beanspruchte Erfindung erforderlich ist, ist der Bescheid auf folgender Grundlage erstellt worden:
  - a. Art des Materials
    - ☐ Sequenzprotokoll
    - ☐ Tabelle(n) zum Sequenzprotokoll
  - b. Form des Materials
    - ☐ in schriftlicher Form
    - ☐ in computerlesbarer Form
  - c. Zeitpunkt der Einreichung
    - ☐ in der eingereichten internationalen Anmeldung enthalten
    - ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht
    - ☐ bei der Behörde nachträglich für die Zwecke der Recherche eingereicht
3. ☐ Wurden mehr als eine Version oder Kopie eines Sequenzprotokolls und/oder einer dazugehörigen Tabelle eingereicht, so sind zusätzlich die erforderlichen Erklärungen, daß die Information in den nachgereichten oder zusätzlichen Kopien mit der Information in der Anmeldung in der eingereichten Fassung übereinstimmt bzw. nicht über sie hinausgeht, vorgelegt worden.
4. Zusätzliche Bemerkungen:



**SCHRIFTLICHER BESCHEID DER  
INTERNATIONALEN RECHERCHEBEHÖRDE**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000406

---

**Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Regel 43b/s.1(a)(i) hinsichtlich der Neuheit, der  
erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur  
Stützung dieser Feststellung**

---

**1. Feststellung**

Neuheit	Ja: Ansprüche 2,4-6,8,10 Nein: Ansprüche 1,3,7,9
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche - Nein: Ansprüche 1-10
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja: Ansprüche 1-10 Nein: Ansprüche -

**2. Unterlagen und Erklärungen:**

**siehe Beiblatt**

In diesem Bescheid werden folgende, im Recherchenbericht zitierte Dokumente genannt; die Nummerierung wird auch im weiteren Verfahren beibehalten:

D1: US 2003/01 96305 (Kebbede et al.) 23. Oktober 2003

D2: EP 1 251 191 (ALSTOM (Switzerland) Ltd) 23. Oktober 2002

D3: US 5 444 911 (Goodwater et al.) 29. August 1995

1.1

Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des PCT, weil der Gegenstand des Anspruchs 1 im Sinne von Artikel 33(2) PCT nicht neu ist.

D1 zeigt ein Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder gealterten Bauteils einer Strömungsmaschine, welches zumindest teilweise aus einem keramischen Verbundwerkstoff gebildet ist (siehe Absatz [0002]), mit den Schritten: Auflösen der Fügung des Bauteils (impliziert), Auslagen der Matrix und/oder mechanisches Bearbeiten des Bauteils (siehe Absätze [0034]-[0035]), Infiltration zur Wiederherstellung und/oder Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils (siehe [0038]) und Wiederherstellung der Fügung (impliziert), wobei die zu reparierende Stelle, die durch das mechanische Bearbeiten des Bauteils entstanden ist, mit einem einstückigen Einsatz aufgefüllt wird (s. insbesondere Absätze 6 bis 8).

1.2

Der Gegenstand des Anspruchs 7 ist nicht neu.

D2 zeigt ein Verfahren zur Reparatur eines beschädigten und/oder gealterten einer Strömungsmaschine, welches zumindest teilweise aus einem keramischen Verbundwerkstoff gebildet ist (siehe Zusammenfassung), mit den Schritten: Auslagen der Matrix und/oder mechanisches Bearbeiten des Bauteils (siehe Spalte 4, Zeilen 5-17), Infiltration zur Wiederherstellung und/oder Erneuerung der keramischen Matrix des Bauteils (siehe Spalte 4, Zeilen 18-25) und Sintern des Bauteils (siehe Spalte 4, Zeilen 25-29).

1.3

Der Gegenstand des Anspruchs 3 ist nicht neu, da D1 ein Einwebenschritt zeigt (siehe Absatz [0033]).

**1.4**

Der Gegenstand des Anspruchs 9 ist nicht neu, D2 offenbart eine Gasturbine (siehe Absatz [0007]).

**1.5**

Die zusätzlichen Merkmale der abhängigen Ansprüche 2, 4-6, 8 und 10 sind, soweit sie nicht bereits aus den Dokumenten D1, D2 oder D3 bekannt sind, dem Fachmann aufgrund seines Fachwissens nahegelegt.